

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

Centre régional du Poitou-Charentes

**Examen probatoire
du diplôme d'ingénieur C.N.A.M.
en
INFORMATIQUE
option Intégration des Systèmes d'Information**

présenté par

Christophe Samson

Ubiquitous Computing
histoire, principe, applications

soutenu le 21 juin 2007

Jury

Président : M Stéphane Natkin
Membres: Mme Marie-Christine Lafaye
M Ronan Champagnat

résumé

De 1988 à 1991 Mark Weiser publie une série d'articles dans lesquels il définit l'informatique du 21^{ème} siècle. Caractérisée par une profusion d'objets communicants, intelligents, enfouis et connectés à un réseau sans couture, cette nouvelle informatique aura pour seul objectif de servir discrètement l'utilisateur en fonction de ses besoins et du contexte dans lequel il évolue. Il s'agit alors d'un nouveau paradigme résolument « centré-utilisateur ». Le principe général de l'Ubiquitous Computing repose sur des réseaux unifiés et simples à mettre en oeuvre. Les composants électroniques connectés sont miniaturisés et peu onéreux. Les interfaces homme machine sont intuitives, naturelles. Enfin, les services rendus prennent en compte le contexte, l'environnement et les préférences des utilisateurs. Ce document, qui s'inscrit dans le cadre de l'examen probatoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, définit l'Ubiquitous Computing au travers d'un historique, traite des principes généraux et décrit quelques applications significatives.

abstract

From 1988 to 1991, Mark Weiser published a serie of articles in which he defined the 21st century data processing. Distinguished by a profusion of communication means, intelligent, burried and connected to a seamless network, this new data processing will only focus on discreetly attend to the user, depending on his needs and on the context he is evolving in. It is then considered as a new paradigm definitely "user centric". The Ubiquitous Computing's general principle is built on unified networks easily applicable. The electronic components are miniaturized and few expensive. The interfaces man-machine are intuitive, natural. Finally, the help they provide takes into account the context, the environment and the users' preferences. This document, which is registered as part of the grading examination for the national academy of arts and trades (CNAM) defines the Ubiquitous Computing through an historic, covers the general principles and describes some significant applications.

Remerciements

Je tiens à remercier le Cnam et l'ensemble des professeurs que j'ai eu l'occasion de rencontrer tout au long de ce parcours. La passion qu'ils ont mis dans leur enseignement m'a enrichi tant sur le plan technique que sur le plan humain. C'est donc sincèrement que je leurs adresse ces premiers remerciements.

Un remerciement particulier à mes amis, leur présence permanente malgré mes absences constantes m'a apportée plus qu'ils ne l'imaginent.

Dernier remerciement, et non des moindres, à mes filles Maëlle et Jeanne et bien entendu à ma femme Amandine pour le bonheur qu'elles m'apportent.

Table des matières

Introduction.....	1
1 Définition.....	2
1.1 Origine	2
1.2 le paradigme ubicomp	4
1.3 prérequis.....	5
1.4 un modèle « centré-utilisateur ».....	6
2 Principes fondamentaux	8
2.1 Support de communication.....	8
2.1.1 Couverture	8
2.1.2 Réseaux « sans couture ».....	11
2.1.3 Réseaux ad-hoc.....	12
2.1.4 Prochaine génération.....	13
2.2 support matériels	14
2.2.1 Miniaturisation et puissance	14
2.2.2 sources d'énergie.....	15
2.2.3 Applications directes.....	16
2.3 interfaces naturelles.....	19
2.4 services centrés utilisateur.....	21
2.4.1 Le contexte.....	21
2.4.2 Coopération entre objets.....	22
2.4.3 Plate forme de services: Architecture I-centric.....	22
2.4.4 SOUPA.....	24
3 Application.....	25
3.1 Santé.....	25
3.2 Quotidien.....	26
3.3 Jeux.....	27
3.4 U Japan.....	28
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	31
Glossaire.....	35

Introduction

Ce matin Fred est en retard. Ubik n'a pas fait couler de café car il a appris que lorsque fred se lève après 7h15, un jour de travail, il ne prend pas de petit déjeuner. Dans l'entrée le cadre affiche une photo des vacances en Bretagne, fred comprend qu'il va pleuvoir et prend son parapluie. Au moment de sortir Ubik signale à Fred que ses lunettes sont restées sur la table du salon, à côté de son porte-feuille... Installé dans sa voiture, fred démarre. Ubik signale la présence d'un accident sur le trajet habituel et propose un autre itinéraire. Fred accepte et commence à rouler. Ubik rappelle à Fred qu'il ne lui reste que trois points sur son permis et qu'il est en période probatoire pendant encore six semaines. Fred n'aime pas cette journée, Ubik propose un peu de musique. Sur le trajet, Ubik signale un appel entrant d'Alex, le chef de Fred. Pour lui permettre de répondre Ubik signale une place de parking à 30 mètres, mais Fred choisit le renvoi sur messagerie. Arrivé à destination Fred passe devant un panneau publicitaire qui affiche une photo de son épouse sous le slogan universel « je t'aime mon lapin ». Fred a encore oublié la St Valentin.

Fred n'est pas un personnage d'un roman de Philip K. Dick, ou d'une production hollywoodienne. Il vit dans un monde décrit par Mark Weiser il y a 19 ans. L'informatique y est omniprésente et invisible. Les machines sont au service de l'homme au quotidien, elles le connaissent et s'adaptent à sa personnalité. On est passé de l'ère de l'ordinateur personnel à l'ère de l'ubiquitous computing.

220 milliards d'euros, c'est l'estimation du marché mondial des réseaux de machines à l'horizon 2010, soit une croissance annuelle de 50% entre 2005 (20 milliards) et 2010. Le nombre d'objets communicants au même horizon est estimé à 100 milliards dont 13 pour l'Europe. [M2M06]

Alors qu'est-ce que réellement l'« Ubiquitous Computing », est-ce un mythe ou une réalité? La technologie est elle prête à nous faire vivre dans une nouvelle ère ?

La première partie de ce document définit l'Ubiquitous Computing au travers d'un historique. La seconde partie pose les principes fondamentaux nécessaires à la réalisation d'un système ubiquitaire. Elle traite en particulier des réseaux, composants, interfaces et plate-formes de services. Enfin la dernière partie décrit quelques exemples d'applications.

1 Définition

1.1 Origine

En 1987, une équipe du Xerox Palo Alto Research Center (PARC) conçoit un écran plat de la taille d'un tableau noir; le LiveBoard. Rapidement, les membres du PARC imaginent des équipements pouvant interagir avec cet écran. De ces recherches résulteront trois équipements :

- Le PARCtab est le plus petit et le plus personnel, il contient des informations individuelles telles que l'identité, la localisation et la disponibilité. Il offre un large éventail de fonctionnalités telles que: les e-mail, mémos, calendrier, agenda, carnet d'adresse et un système de dessin à distance en s'interfaçant avec le LiveBoard. Le PARCtab offre une prise en main extrêmement efficace et est connecté au réseau via un système infra-rouge.
- Le PARCpad s'approche plus de la taille d'un document et permet de réaliser différents travaux au moyen d'un stylo. Il peut être comparé à une feuille de brouillon dans la mesure où il n'est pas individualisé. Un utilisateur peut utiliser plusieurs Pad et les poser sur son bureau. Le Pad est connecté au réseau grâce à un système radio. Le but à long terme est de rendre le Tab aussi fin qu'une feuille de papier.
- Le LiveBoard de la taille d'un tableau permet de partager, annoter et commenter, il est connecté à un réseau câblé.

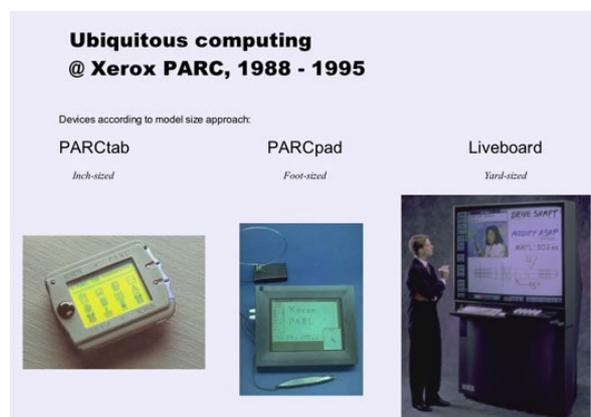


Illustration 1: tab, pad et liveboard

Ces terminaux sont rapidement adoptés par les membres du centre et permettent de travailler d'une manière plus collaborative.

Parallèlement l'Olivetti Research Ltd de Cambridge développe un système de localisation du personnel dans les bâtiments: l'Active Badge. Les phases de conception, design et prototypage s'étendent de 1989 à 1992. Dans sa forme originelle l'Active Badge mesure 55*55*7 mm et pèse 40 grammes. Il transmet toutes les 15 secondes un code sur 5



Illustration 2: active badge

bits via un émetteur infra-rouge. Le bâtiment est truffé de capteurs en réseau et permet de localiser les porteurs de badge. Le système en place offre un ensemble de fonctionnalités telles que la recherche d'un individu, des personnes accompagnant un individu, des individus présents dans une pièce ou encore la notification d'une alarme lorsqu'un badge réapparaît dans le réseau. Le couplage de l'application à un PBX permet de router automatiquement les appels vers un téléphone proche du destinataire de l'appel. Roy Want, un des concepteurs d'Active Badge, rejoindra le PARC et contribuera notamment à la conception du PARCtab précédemment décrit.

Une part importante du raisonnement sous-jacent aux recherches d'Olivetti et du PARC réside dans la volonté de remplacer le PC, considéré comme facteur d'aliénation sociale. Il s'agit d'offrir des espaces de travail coopératifs en sortant les utilisateurs de derrière leurs écrans, claviers et souris. Mak Weiser, chief technologist au PARC, voit dans ces différents travaux une disparition de l'informatique dans les objets du quotidien. Selon Weiser, les technologies les plus profondes sont celles qui sont utilisées dans la vie de tous les jours sans que les utilisateurs ne se rendent compte qu'ils les utilisent.

Weiser estime que l'informatique telle qu'il la connaît est trop contraignante et éloigne l'utilisateur de la tâche qu'il souhaite accomplir, en l'obligeant à concentrer une partie importante de son attention sur un système difficile à maîtriser. En 1988 Weiser publie un article [WEI88] qui fera date dans l'histoire de l'Ubiquitous Computing. Il y décrit les travaux en cours au PARC et pose les bases de l'informatique du 21^{ème} siècle. L'accroissement du nombre de processeurs par utilisateur va entraîner une propagation de la technologie. Cette assimilation progressive dans l'environnement courant permet à Weiser de poser les bases d'une nouvelle ère de l'informatique: l'« Ubiquitous Computing » dont l'objet sera d'assister implicitement et discrètement un utilisateur dans les tâches qu'il accomplit au quotidien. Une informatique ambiante, « à vivre », radicalement différente d'une informatique conçue au départ comme un outil de calcul, de production.

En 1991 Weiser développe le concept dans un article intitulé « the computer of 21st century » [WEI91]. Au travers de cet article il trace les grandes lignes de l'informatique du 21^{ème} siècle, en prenant en compte l'environnement naturel de l'homme et en permettant à l'informatique de se fondre dans cet environnement. Une telle disparition n'est pas une conséquence technologique mais un résultat fondamental de la psychologie humaine. Fort de son expérience au PARC, il met en évidence la puissance du concept ubiquitaire en le plaçant non pas dans les périphériques utilisés mais dans la possibilité de les interconnecter. Pour Weiser la technologie requise à l'arrivée de l'Ubiquitous Computing se situe sur trois plans:

- des ordinateurs bon marché ayant une faible consommation énergétique et des écrans pratiques,
- un réseau permettant de relier l'ensemble de ces systèmes,
- des architectures logicielles permettant d'implémenter les applications ubiquitaires.

Weiser voit dans l'Ubiquitous Computing la possibilité de repositionner les êtres humains en communication directe, sans barrière technologique.

En 1995 le Massachusetts Institute of Technology (MIT) [MITtTT] crée le consortium Things That Think (TTT) au sein du Media Lab. Le TTT couvre un champ très large allant de la fabrication de vêtements « intelligents » aux compagnies de télécommunication. L'objectif global est de créer des périphériques plus discrets, enfouis dans l'environnement et connectés à des réseaux robustes.

En 2000 le MIT initie le projet Oxygen [MITOxy]. Afin de supporter les activités humaines extrêmement variées et dynamiques, Oxygen doit répondre à un ensemble de défis techniques:

- ubiquitaire: être partout, chaque point d'entrée doit pouvoir mener à la même source
- enfoui: être dans notre environnement
- nomade: permettre aux utilisateurs de se déplacer librement
- adaptable: s'adapter rapidement aux changements de besoins et de contextes
- puissant, suffisamment efficace:

- intentionnel: permettre l'adressage de systèmes par intention, par exemple « l'imprimante la plus proche »
- éternel: ne jamais s'éteindre ou rebooter.

Chez IBM un groupe de chercheurs est constitué autour du « pervasive computing ».

En 2002, les programmes de recherche IST (Information Society Technologies financée à 50% par l'Union européenne) représentent plus de 7 milliards d'euros. Ces programmes apparemment hétéroclites (nanoélectronique, réseaux sans fils, technologies de capteurs, etc.) ont tous un point commun: l'intelligence ambiante ou *Ambient Intelligence (AmI)*, traduction européenne de l'Ubiquitous Computing. Contrairement aux développements américains, principalement financés par des organismes militaires, l'intelligence ambiante à l'européenne est très orientée vers le grand public, elle est profondément « centrée utilisateur ».

Les projets et concepts foisonnent: Ubiquitous Computing, Pervasive Computing (IBM), Ambient Intelligence (EU). Adam Greenfield y voit un seul et même paradigme vu selon différents angles. Il le nomme « everywhere ».

Chaque année la conférence Ubicomp est le forum du domaine le plus important. Cette année la 9ème conférence se tiendra en septembre à Innsbruck.

1.2 le paradigme ubicomp

En 1996 Mark Weiser et John Sely Brown publient un article intitulé « the coming age of calm technology ». Cette article définit trois ères:

L'ère du « Mainframe » est dominée par un système informatique mis en oeuvre par des experts et abrité à l'écart du monde. Un ordinateur est une ressource rare et son utilisation est l'objet de négociations avec les autres utilisateurs. Il s'agit donc d'une ère caractérisée par la présence d'un ordinateur pour plusieurs utilisateurs. L'ordinateur est extrêmement coûteux et les utilisateurs ont un niveau de formation élevé.

La seconde ère est celle de « l'ordinateur individuel ». L'ordinateur individuel est personnel voire intime. L'ordinateur contient les données, le travail. Il accapare toute l'attention de l'utilisateur. Weiser compare le PC à la voiture, relativement chère elle requiert toute notre attention. Il est possible de posséder plusieurs ordinateurs (maison, travail,...). Dans cette ère, le prix de l'ordinateur s'est démocratisé mais reste coûteux. la population utilisatrice est moins formée mais elle a tout de même un profil plus élevé que la moyenne. Le PC exclut de fait une certaine tranche de la population (personnes illettrées, âgées,...)

La troisième ère est celle de «Ubiquitous Computing» dénommée « UC era » par Weiser. L'ère est caractérisée par une multitude d'ordinateurs se partageant à chacun d'entre nous. Une partie de ces ordinateurs est composée des machines auxquelles nous souhaitons accéder via les navigateurs internet, l'autre partie est embarquée dans les vêtements, les chaises, les murs, en définitive dans tout ce qui nous entoure.

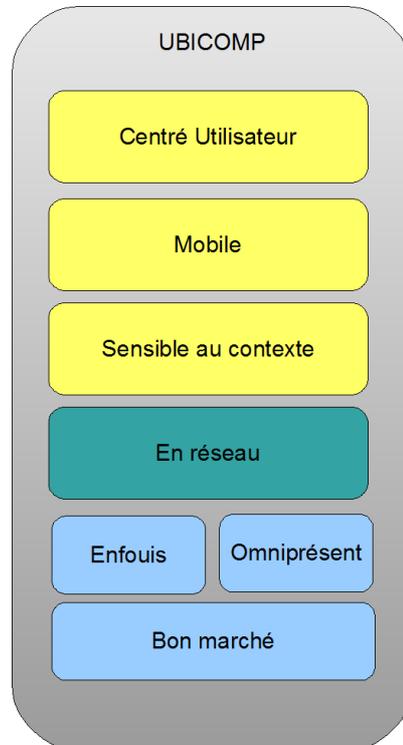


Illustration 3: UBICOMP

Cela doit se placer à tous les niveaux de grandeur y compris le niveau microscopique. A l'instar des clients légers, UC doit voir l'émergence de serveurs légers permettant de mettre, dans la totalité des appareils et pièces de notre environnement, un serveur internet. Il s'agit donc d'insérer des puces dans tous les objets du quotidien. Ces puces doivent être connectées entre elles, à internet et capables de s'adapter à leur environnement. Par dessus tout, l'UC est l'ère de la conception centrée sur l'utilisateur. Les systèmes sont innombrables, diffus et au service du plus grand nombre. L'utilisateur doit accomplir ses tâches en profitant de l'informatique diffusée dans son environnement sans pour autant y prêter attention. C'est le retour au calme.

1.3 prérequis

UbiComp doit offrir la possibilité pour l'utilisateur d'interagir, où qu'il soit, avec une multitude d'appareils interconnectés, capteurs, actuateurs, et, plus généralement, l'électronique enfouie autour de lui. Et ce grâce à des réseaux ad-hoc et une architecture d'informatique distribuée. Le système doit être capable de sentir en permanence la présence des objets et des personnes, il doit connaître les lieux pour prendre en compte le contexte. Ceci implique l'utilisation de toutes sortes de capteurs; caméras, micros, radars, capteurs biométriques. Les utilisateurs doivent accéder aux services de la manière la plus naturelle possible. Il s'agit ici de reconnaissance vocale, des gestes ou de la manipulation d'objets tangibles. Le système doit être capable d'analyser le contexte et de s'adapter aux situations. Enfin, le système doit apprendre en se basant sur les comportements des utilisateurs afin de leur répondre au mieux. Cela implique capacités de stockage, de traitement et de modélisation.

Dans son rapport « Scenarios for ambient intelligence in 2010 » l'ISTAG (Information Society Technologies) détermine un ensemble de facteurs socio-politique et techniques [ITSAG]. Le rapport définit qu'un système ubiquitaire doit:

- faciliter les contacts humains

Pour être acceptable le système doit être construit en fonction de valeurs humaines et ne doit pas être conduit par la technique. L'omniprésence de l'information pourrait, si elle n'est pas correctement gérée, conduire à des styles de vie stressants, à une pression sous-jacente et constante: « vous avez 2 minutes de retard », « votre taux de cholestérol est trop élevé »...

- être en faveur des communautés et de la culture

UbiComp doit favoriser les communautés, sources de partage de connaissances et de culture.

- aider à créer de la connaissance et des compétences pour le travail; améliorer la qualité du travail, la citoyenneté et le choix des consommateurs
- doit respecter la vie privée et inspirer la confiance
- doit assurer une cohérence à long terme pour les personnes, les sociétés et l'environnement et doit fournir des technologies conviviales, avec lesquelles vivre est facile (développement durable)
- doit être contrôlable par des gens ordinaires, par exemple il doit être facile de couper un système.

Il s'agit ici d'un facteur essentiel. Les utilisateurs doivent avoir la possibilité de choisir le niveau d'accès aux informations (reçues et émises) en fonction de leurs souhaits et disponibilités. UbiComp doit en fait être personnalisable et à l'extrême éteignable. Par exemple, la localisation des individus est un service exceptionnel dans de nombreux cas (en particulier pour les parents angoissés que nous sommes) mais qui peut nuire gravement à notre vie privée.

Enfin cinq prérequis techniques y sont définis:

- les équipements doivent être extrêmement discrets
- une infrastructure réseau basé sur le web sans couture
- les périphériques réseaux doivent être dynamiques et distribués massivement
- les interfaces doivent être naturelles
- les systèmes doivent être fiables et sûrs

1.4 un modèle « centré-utilisateur »

Le WWRF [WWRF], fondé en 2001 par Alcatel, Ericsson, Motorola, Nokia, et Siemens, a pour objectif de formuler périodiquement des visions à 10-15 ans en faisant collaborer des entreprises industrielles et des chercheurs académiques, pour identifier les tendances dans le domaine des technologies pour les systèmes mobiles et sans fil, et d'identifier voire générer de nouveaux thèmes et domaines de recherche. Le forum est ouvert à toute organisation intéressée. En 2001 il produit le « Book of Visions 2001 »[BOV01] qui propose en particulier le modèle multi-sphères destiné à représenter un modèle de référence « centré-utilisateur ». Il n'est lié à aucune technique ou solution industrielle.

La sphère **1** est la sphère Personnel Area Network (PAN). Elle regroupe les éléments les plus proches de l'utilisateur, voire faisant partie intégrante du corps. Les points critiques des PAN se situent essentiellement dans la gestion de l'énergie, la vitesse, la configuration automatique et la protection de la vie privée **miniaturisation**

La sphère **2** concerne l'environnement immédiat. Elle regroupe les éléments que nous trouvons dans notre environnement direct. Pour l'instant nous ne pouvons pas interagir correctement avec ceux-ci mais dans un futur proche nous allons attendre d'eux qu'ils nous prennent en compte, qu'ils interagissent avec nous passant ainsi de l'équipement générique à l'article personnalisé. Il s'agit par exemple d'un téléviseur qui connaît nos préférences ou du réfrigérateur qui nous informe qu'il n'y aura bientôt plus de lait. Étant donné que la personnalisation va concerner à peu près tous les périphériques du futur, il sera essentiel de pouvoir les configurer avec une approche commune mais aussi individuelle. En conséquence l'approche réseau ad-hoc est une partie importante du modèle.

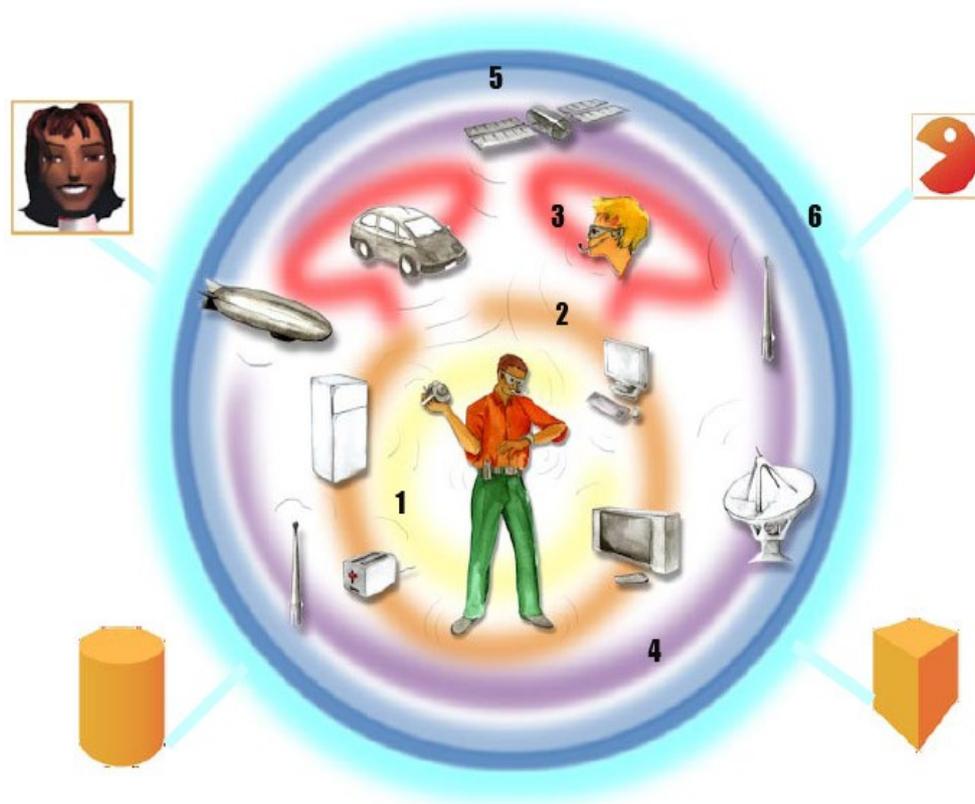


Illustration 4: modèle multi-sphères

La sphère 3 concerne les partenaires immédiats, à savoir les personnes de notre entourage et les systèmes plus complexes comme par exemple les véhicules. Ils doivent, en plus d'être communicants, offrir un service de relais d'information.

La sphère 4 traite de l'accès radio. Les périphériques devront accéder à internet soit directement par les PAN (sphère 1) ou par les partenaires immédiats (sphère 2). Pour se faire, Les infrastructures actuelles devront être complétées par des points d'accès locaux hauts débits adaptés. Ces nouvelles infrastructures devront faciliter la connexion de l'ensemble des terminaux et les opérateurs devront proposer des coûts proches de zéro. L'intégration des interfaces radio aux cycles d'innovation courts, dans les backbones et terminaux, constituera un des points clés de la sphère 4.

La sphère 5 traite de l'interconnexion des réseaux. Elle a pour principal objectif de fournir un support cohérents des principales interfaces radios et terminaux. En définitive il s'agit de constituer un réseau apparemment homogène, sans couture.

La sphère 6 du CyberWorld. Notre présence dans le monde virtuel, que nous nous serons créée, sera aussi importante que notre présence dans la monde réel. Il faudra pouvoir rester en contact avec nos bases de connaissances, communautés et services. Et ainsi devenir un résident permanent du CyberWorld.

2 Principes fondamentaux

Ubiquitous Computing est le point de convergence d'un nombre important de domaines; réseau, architecture, informatique distribuée, nanotechnologie, sécurité, design, interfaces multimodales, interfaces multilingues etc. Ce chapitre traite des fondations du système décrites par weiser:

- un réseau unifié
- des ordinateurs bon marché ayant une faible consommation énergétique
- des interfaces pratiques
- des architectures logicielles permettant d'implémenter les applications ubiquitaires.

2.1 Support de communication

Aujourd'hui pour se connecter au réseau, il faut s'asseoir devant un ordinateur, le brancher ou trouver un Hot Spot WiFi, passer les systèmes de sécurité et d'identification. Bien entendu le GPRS et la 3G fournissent quelques améliorations, mais les prix demeurent prohibitifs pour une part importante de la population, et ne constituent donc pas des solutions cohérentes. Au quotidien, la connexion demeure un acte volontaire et est souvent contrainte par les débits, les délais et les périphériques.

Petit à petit la situation s'inverse, le fossé entre la connexion câblée et la 3G se réduit. Les appareils commencent à être connectés en permanence à internet. Il s'agit pour l'instant des PC et consoles de jeux. Les solutions en cours et à venir laissent à penser que prochainement, notre cafetière sera connectée.

Actuellement en cours de déploiement sur Paris, le projet Ozone offre un accès WiFi sur les zones couvertes pour 18 euros par mois. Pour peu que vous acceptiez l'installation et le partage d'une antenne relais sur votre toit, l'accès vous est offert à vie [OZONE]. Les possesseurs de mobiles compatibles GSM/WiFi peuvent alors profiter de la convergence,

2.1.1 Couverture

Les réseaux sont découpés en 4 familles; les réseaux personnels (PAN) reliant des appareils électroniques personnels, les réseaux locaux (LAN) reliant des ordinateurs ou postes téléphoniques situés dans la même pièce ou dans le même bâtiment, les réseaux métropolitains (MAN) à l'échelle d'une ville et les réseaux étendus (WAN) à grande échelle qui relient plusieurs sites ou ordinateurs du monde entier.

La couverture traitée ici s'intéresse plus particulièrement aux réseaux sans fil qui, de fait, fournissent un support efficace aux composants d'UbiComp.

les WPAN

L'Ultra Wide Band (UWB) répond au standard IEEE 802.15.3, il utilise une bande très large de fréquence (entre 3,1 et 10,6 GHz), à très faible puissance pour ne pas gêner les autres communications utilisant ces différentes fréquences (Wi-Fi, etc.). Le débit brut est de 480 Mb/s, identique à celui de l'USB 2.

Le WUSB (Wireless Universal Serial Bus) soutenu par la WiMedia Alliance [WIMED] a pour vocation de remplacer les connexions câblées par des connexions sans fil. Le champ d'application s'étend de la connexion USB au transfert Vidéo en Haute définition. WUSB s'appuie sur la technologie UWB et implémente les services de découverte d'UPnP.

Zigbee est une norme de transmission pour les réseaux où il est essentiel de transporter des commandes et non des données. Il est particulièrement adapté à la communication d'objet à objet qui ne nécessite pas de grands débits. Son coût de production doit permettre son intégration dans un grand nombre d'objets, même de faible valeur (des ampoules par exemple). Son intérêt réside dans sa faible consommation, qui lui procure une autonomie sur plusieurs années. Il existe deux versions de Zigbee :

- IEEE 802.15.4 qui permet de communiquer à 250 Kb/s jusqu'à 10 mètres pour relier au maximum 255 appareils (bande de fréquence des 2,4 GHz)
- IEEE 802.15.4a qui est limité à 20 Kb/s mais permet une portée jusqu'à maximum 75 mètres pour relier au maximum 65 000 appareils (bande de fréquence des 900 KHz)

Bluetooth est aujourd'hui standardisé sous le nom IEEE 802.15.1. Cette technologie permet de faire communiquer un appareil maître avec 7 autres appareils esclaves. Elle permet de remplacer les nombreux câbles des périphériques et il est possible de constituer dans un même rayon d'action un maximum de 10 groupes (soit 80 appareils en théorie). Le débit peut monter jusqu'à 750 Kb/s dans un rayon de moins de 10 mètres. Il utilise la bande de fréquence des 2,4 GHz également utilisée par Wi-Fi. Cette bande de fréquence ne nécessite pas de licence.

Les WLAN

La famille des standards **Wi-Fi** permet d'établir un réseau sans fil sur des distances courtes (réseau local). Ces standards sont parfois associés à des antennes directionnelles pour établir des liaisons point-à-point (par exemple pour interconnecter des hot spots Wi-Fi en attendant l'arrivée de WiMAX). Les réseaux de type Wi-Fi bien adaptés au nomadisme, sont mal adaptés aux réseaux mobiles (appareil en déplacement). Il existe plusieurs types de réseaux Wi-Fi dont notamment:

- IEEE 802.11a : débit théorique 54 Mb/s sur la bande des 5 GHz, portée de 30m
- IEEE 802.11b : débit théorique 11 Mb/s sur la bande des 2,4GHz, portée de 300 m
- IEEE 802.11g : débit théorique 54 Mb/s sur la bande des 2,4 GHz, portée de 100m
- IEEE 802.11n : débit théorique 320 Mb/s sur les deux bandes de 2,4 et 5 GHz. Le 802.11n intègre de base la qualité de service (le standard IEEE 802.11e). La portée est de 30m.

Les WMAN

WiMAX est l'abréviation pour Worldwide Interoperability for Microwave Access. Il s'agit d'un standard de réseau sans fil métropolitain créé par les sociétés Intel et Alvarion en 2002 et ratifié par l'IEEE sous le nom IEEE-802.16. Plus exactement, WiMAX est le label commercial délivré par le WiMAX Forum aux équipements conformes à la norme IEEE 802.16, afin de garantir un haut niveau d'interopérabilité entre ces différents équipements. WiMAX a pour but de relier les différents points d'accès d'une ville ou d'une entreprise avec d'autres réseaux filaires. Elle vise donc en particulier à relier les hotspots Wi-Fi ou à remplacer les liaisons spécialisées. WiMAX offre un débit de 70 Mbit/s dans la bande de fréquence des 5,86 Ghz sans licence ou dans les bandes des 2,5 ou des 3,5 Ghz avec des débits atteignant 134 Mbit/s.

WiMAX Mobile est issu de la norme IEEE 802.16e. Il devrait permettre de mettre en place des réseaux mobiles à un coût 10 fois moindre que les réseaux de troisième génération (tels que l'UMTS ou le cdma2000 EV-DO). Le WiMAX mobile offre un débit de 30 Mbit/s dans les bandes des 2 et 6 Ghz pour une portée de 3,5 km. L'objectif, pour certains, est de prendre le marché de la 3G en dix ans. Philip Garrison, responsable stratégie mobile chez Samsung explique « La 4G c'est

le WiMAX. Nous sommes très clairs à ce propos » [SAM06]. En mars 2007, le groupe Iliad, la maison mère du fournisseur d'accès FREE, déclarait être prêt à renoncer à la 4^{ème} licence 3G (600 millions d'euros) en mettant à profit le WIMAX Mobile. Quoiqu'il advienne, le groupe a prévu des tests dans un «quartier important» d'une ville d'ici fin 2007[PCI07].

les WWAN

le réseau **GPRS** (General Packet Radio Service) est une évolution du GSM adapté au transfert de données en mode paquet. Le débit pratique est d'environ 10 Kbit/s vers le réseau et entre 30 et 40 Kbit/s en réception [PUJ04]. GPRS offre un accès standardisé à internet ainsi qu'une taxation au volume de données échangées.

Le GSM et le GPRS peuvent être associés à **EDGE** (Enhanced Data rates for Global Evolutions) qui est un système plus performant de modulation de l'interface radio. Les débits bruts sont alors trois fois supérieurs. Mais le déploiement de EDGE est plus coûteux.

L'**UMTS** (Universal Mobile Telecommunication System) suivi par le consortium 3GPP (3rd Generation Partnership Project), permet un débit théorique jusqu'à 2 Mb/s. L'UMTS est parfois aussi appelé 3GSM, soulignant l'interopérabilité qui a été assurée entre l'UMTS et le standard GSM auquel il succède. On l'appelle également et plus simplement 3G, pour troisième génération.

Il existe des tailles de cellules différentes qui positionnent la 3G en réseau local (ou hot spot) ou en réseau métropolitain.

- Les macrocells permettent de couvrir une ville et au-delà en limitant le débit maximum à 144 Kb/s pour une vitesse allant jusqu'à 500km/h;
- Les microcells permettent des tailles de cellules adaptées au territoire métropolitain (taille équivalent à une cellule GSM) mais limitent le débit au maximum à 384 Kb/s pour une vitesse allant jusqu'à 120 km/h ;
- Enfin, les picocells, si elles permettent des débits théoriques de 2 Mb/s, ont une taille limitée à celle d'un bâtiment (possibilité d'utilisation plutôt en hot spot).

La norme IEEE802.20 **MBWA** (Mobile Broadband Wireless Access) devra permettre une plus grande universalité de la gestion des liens radioélectriques de télécommunications, et en particulier de faciliter le handover. L'ambition du projet IEEE 802.20 est de combler le fossé entre les réseaux sans fil haut débit à faible mobilité et les réseaux mobiles ayant un débit plus restreint. 802.20 s'appuie sur le protocole IP et Ethernet IPv6 qui intègre donc IPSec pour la protection de la confidentialité.

Les principales caractéristiques de cette norme sont la possibilité de se connecter en se déplaçant à grande vitesse (250km/h), la mobilité gérée grâce au handover, des cellules de grande taille (2,5 km), et la transmission dans les fréquences inférieures à 3,5 Ghz. La qualité de service est inédite avec un débit garanti à l'ouverture et pendant toute la communication à 1Mbit/s. La sécurité est assurée par une carte à puce utilisant le protocole EAP-TLS (interopérabilité), et le coût du déploiement est moindre comparé à la technologie UMTS(moins d'intermédiaires).

2.1.2 Réseaux « sans couture »

Outre le scénario où l'un ou l'autre des types de réseau IEEE ou mobile 3G prendrait le dessus, il faut également envisager leur cohabitation. Les travaux en cours sur la 4G(4ème génération de réseaux mobiles) prennent en compte ce second scénario. Dans ce cas, il est possible de passer, sans s'en rendre compte ("sans couture"), d'un type de réseau à l'autre. On parle de **handover**.

On distingue deux handover:

- le handover vertical qui permet de changer de réseau d'accès sans forcément changer de positionnement géographique. Par exemple, un système déconnecté du réseau filaire passe automatiquement sur le réseau radio.
- le handover horizontal qui permet de changer de station de base lors d'un déplacement en conservant la même technologie d'accès. C'est le cas pour la téléphonie cellulaire.

On peut voir un troisième handover sous-jacent, dit oblique, qui concerne les cas de changement de technologie d'accès réseau lors d'un déplacement.

Le handover est activement traité par le groupe IEEE802.21 [IEEE802]. Deux problématiques se dégagent: comment choisir le meilleur réseau et comment concevoir des terminaux à plusieurs interfaces facile à utiliser. Ne l'oublions pas UbiComp est résolument centré utilisateur.

Le processus de choix du meilleur réseau repose sur le concept **Always Best Connected** (ABC) qui signifie utilisation de la meilleure connexion possible. ABC doit prendre en compte en particulier les préférences de l'utilisateur en matière de coûts d'accès (abonnement) et la qualité de service (QoS) attendues dans le contexte d'utilisation. Les choix de changement de réseau sont soumis à la fois à une exigence de qualité (débit, service) et une exigence de coût. Qui plus est, afin d'assurer un service global de qualité et surtout transparent pour les utilisateurs, les différents acteurs des communications (opérateurs, fournisseurs d'accès...) devront passer des accords (roaming). Ces accords devront prendre en compte la gestion des profils utilisateurs, des abonnements et des AAA (Authentication, Authorization and Accounting).

Les terminaux qui vont se déplacer à travers ces réseaux vont donc être confrontés à plusieurs technologies auxquelles ils devront se connecter.

Fort de ce constat plusieurs solutions ont émergé dans le domaine de la **radio logicielle**. La plus simple consiste à disposer des différentes interfaces radio en parallèle, mais cette solution n'est pas évolutive car elle est incapable de s'adapter à un nouveau réseau. La solution optimale dénommée SoftWare Radio (SWR) consiste à utiliser un étage radio-fréquence adaptatif directement couplé à un traitement du signal logiciel. La numérisation directe du signal Radio Fréquence (RF) permet d'éliminer les étages électroniques de traitement qui sont adhérents aux technologies cibles. La radio logicielle est le but ultime intégrant toutes les fonctionnalités en logiciel, mais elle impose des phases intermédiaires combinant anciennes et nouvelles techniques, on parle alors de radio logicielle restreinte SDR (Software Defined Radio). Les contraintes de puissance de calcul, de consommation électrique, de coûts, etc. imposent actuellement de passer par cette phase intermédiaire. Un des produits le plus prometteur sur le marché s'appelle Sandblaster. Cette puce SDR, conçue par la start-up new yorkaise Sandbridge, est compatible avec la plupart des standards de téléphonie mobile 2G et 3G, mais aussi avec Bluetooth, Wi-Fi et le GPS. « Notre puce peut même assurer plusieurs connexions différentes en même temps,

comme la 3G et Bluetooth, et consomme à peine plus que la puce spécialisée équivalente », affirme le PDG de Sandbridge, Guenter Weinberger. Il a reçu le soutien d'investisseurs de poids, comme le géant allemand des puces Infineon [ICUSDR].

2.1.3 Réseaux ad-hoc

Vu le grand succès commercial des réseaux locaux sans fil, le développement d'équipement mobile n'a cessé de prendre de l'ampleur. Cependant les infrastructures sont complexes et coûteuses. C'est un point rédhibitoire dans le contexte UbiComp où l'utilisateur ne doit pas avoir à s'occuper du système. Qui plus est, la profusion d'équipements communicants incite les architectes à se tourner vers des solutions plus autonomes. Il existe 3 grandes méthodes pour constituer des infrastructures réseaux et donc interconnecter des cellules :

- Les réseaux à **infrastructure** nécessitent une technologie différente (souvent filaire), pour interconnecter chaque point d'accès nécessaire à chaque cellule. L'ensemble permet de constituer un réseau plus étendu.
- Dans les réseaux "**Mesh**" ou maillés, les points d'accès sont suffisamment proches pour se "voir" et peuvent communiquer entre eux sans nécessiter d'infrastructures supplémentaires.
- Enfin, dans les réseaux "**Ad-hoc**", Il n'y a plus de points d'accès. Les différents équipements savent servir d'intermédiaires pour propager les informations de proche en proche. Chaque équipement constitue sa propre cellule qui communique avec les autres.

Dans un réseau **ad-hoc** chaque station peut être mise à contribution par d'autres stations pour effectuer le routage des données. De ce fait, lorsqu'une station émettrice est hors de portée de la station destinatrice ce sont les stations intermédiaires qui se chargent de faire le lien.

MANet (Mobile Ad-Hoc Networks) est le nom d'un groupe de travail de l'IETF, créé en 1998/99, chargé de standardiser des protocoles de routage basés sur la technologie IP pour les réseaux ad-hoc, mobiles ou non. Depuis la naissance de ce groupe de travail, le nom propre MANeT est utilisé comme nom commun pour désigner un réseau ad-hoc, spécialement dans les pays anglophones.

Un réseau MANeT se définit par des nœuds mobiles, possédant une ou plusieurs interfaces sans fil et disposant de fonction de routage. Cette fonction de routage permet à un paquet d'atteindre sa destination de nœud en nœud sans qu'il y ait de routeur désigné. D'autre part, le réseau est dynamique car les nœuds peuvent se déplacer et modifier constamment la topologie.

Les briques de base qui composent un protocole de routage MANeT sont :

- une vue (partielle ou complète) de la topologie du réseau, par un échange de paquets de contrôle entre voisins.
- un algorithme de calcul de route permettant de trouver le meilleur chemin.
- le temps de calcul de route, pour déterminer les nouvelles routes le plus en avance possible.

On retrouve des applications des réseaux MANeT dans les systèmes ayant besoin d'être déployés rapidement sur de larges étendues telles les réseaux d'opérations militaires, de secours lors des catastrophes naturelles ou encore dans les véhicules avec le réseau Vehicular Ad-Hoc Networks (VANeT). MANeT est aussi utilisé dans les réseaux de capteurs et constitue une base solide pour UbiComp.

2.1.4 Prochaine génération

Source [MEF06] protocoles de réseaux après IP

Le protocole de l'internet, IP, est au coeur des concepts de "réseaux de prochaine génération". Pour que de tels réseaux, extrêmement hétérogènes, puissent fonctionner, il faut que chaque appareil puisse effectivement identifier les réseaux qui l'environnent et se faire identifier d'eux, trouver les correspondants avec lesquels il souhaite communiquer et se signaler à eux, émettre et recevoir dans de bonnes conditions, etc.

Mais pour s'adapter aux exigences d'un réseau omniprésent, raccordant des dizaines de milliards (et non des centaines de millions comme aujourd'hui) de machines et d'humains, d'une manière de plus en plus mobile, IP doit évoluer : la nouvelle version d'IP, dite "v6", répond à ces besoins. Elle multiplie presque à l'infini le nombre d'adresses susceptibles d'être attribuées à des appareils communicants. Il y a 2^{128} possibilités d'adressage, soit 7.10^{23} adresses possibles au mètre carré sur la surface du globe... L'IPv6 est compatible avec l'IPv4. Elle permet à un appareil de "s'auto-configurer" lorsqu'il arrive dans un nouvel environnement, c'est à dire de se connecter aux réseaux disponibles sans intervention humaine ; elle gère mieux la mobilité, la sécurité, la qualité de service, le "multicast".

Si les services IPv6 deviennent disponibles en grand nombre chez les grands fournisseurs d'accès (aujourd'hui quelques fournisseurs ont ouvert un service comme par exemple Renater et Nerim), le passage vers IPv6 pourrait se produire au rythme du renouvellement des équipements de réseaux, en majeure partie dans les 5 ou 6 ans à venir.

Enfin, l'après-IP se construit également dès à présent autour de deux approches :

- L'Union Internationale des Télécommunication (UIT) prépare le "Next-Generation Network" (NGN, ou "réseau de nouvelle génération") autour d'une convergence "sans couture" des réseaux, des terminaux multimédias et multimodes, et des services reliés entre eux.
- De leur côté, les experts de l'IETF, l'organisation historiquement en charge des standards de l'internet, considèrent que l'intelligence devrait être placée, non pas dans des serveurs centraux, mais dans les protocoles eux-mêmes. TCP/IP pourrait être remplacé à (long) terme par des protocoles "intelligents".

2.2 support matériels

En 2002, les micro-contrôleurs, ces petites puces qui rendent nos véhicules, appareils électroménagers et autres machines-outils plus "intelligents", sont devenus plus nombreux que les êtres humains. En 2006, le nombre de puces Rfid a également dû dépasser celui des êtres humains [MEF06].

2.2.1 Miniaturisation et puissance

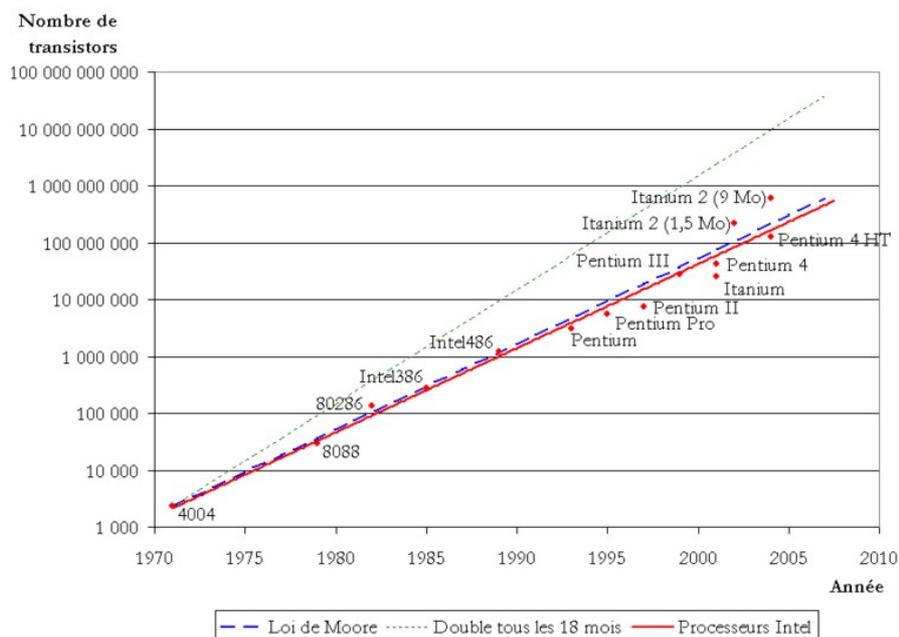


Illustration 5: loi de Moore source wikipedia

En 1965, Gordon Moore, l'un des fondateurs d'Intel, explique que la complexité des semiconducteurs proposés en entrée de gamme double tous les dix-huit mois à coût constant depuis 1959, date de leur invention [Moo65]. Cet accroissement exponentiel sera rapidement nommé « loi de Moore ». En 1975 Gordon E. Moore affine sa loi en constatant un doublement sur un cycle de deux ans. On peut donc considérer qu'en 2010 le nombre de transistors gravés sur une puce se situera autour des 10 milliards. Par comparaison un PC compte aujourd'hui en moyenne 8 milliards de transistors. [MEF06]

Cependant la loi de Moore est limitée dans le temps car elle rencontre plusieurs facteurs tendant à ralentir cette croissance. Il s'agit en particulier:

- des difficultés liées à la dissipation thermique qui empêche de monter en fréquence. Cette contrainte est pour le moment contrecarrée par le doublement du nombre de processeurs sur une puce.
- du coût des chaînes de production qui doivent être remplacées au même rythme. Le coût de développement de chaque nouvelle génération est de 1 Md\$, le coût d'une usine de 2 à 3 Md\$ [MEF06]. Ce sont ces coûts qui poussent les grands industriels à regrouper leur investissements tels IBM et Siemens.
- des limites physiques: Aujourd'hui, on considère possible de repousser les dimensions critiques des transistors CMOS à environ 20 nm, des démonstrations en laboratoire ayant

déjà eu lieu. Mais cet ultime ordre dimensionnel constituera alors une limite industrielle et physique pour cette technologie. Dans l'industrie du silicium, cette limite s'appelle « the Wall ».

Conscients des limites technologiques à venir les grands acteurs de la filière silicium s'orientent vers la nano-informatique. Il s'agit d'un domaine inter-disciplinaire très vaste qui regroupe des technologies diverses telles que l'utilisation de nanotubes dans les transistors moléculaires, l'informatique ADN et les systèmes d'information quantique. La France dispose à ce titre du premier pôle européen de recherche en micro et nanotechnologie; le MINATEC inauguré à Grenoble en juin 2006.

En attendant la mise en oeuvre de réelles technologies de ruptures, l'industrie concentre ses efforts selon 5 axes [MEF06] :

- l'accroissement du nombre de transistors sur une petite surface,
- les architectures multicœurs, asynchrones ou multitâches ont pour principe de paralléliser les traitements afin d'améliorer les performances,
- la spécialisation des processeurs, la conception d'architectures dédiées à un type de traitement permet des optimisations spectaculaires,
- une évolution vers des systèmes reconfigurables dynamiquement ou statiquement supportés par les composants logiques programmables. Les composants logiques programmables sont des circuits composés de nombreuses cellules logiques élémentaires librement assemblables. Celles-ci sont connectées de manière définitive ou réversible par programmation, afin de réaliser la, ou les fonctions numériques voulues. Ainsi, une même puce peut être utilisée dans de nombreux systèmes électroniques différents,
- l'intégration de systèmes entiers sur une puce (processeur, mémoire, capteur...). Les Systèmes On Chip (SoC). Les SoC constituent une évolution majeure en matière de conception de systèmes intégrés.

Dans le domaine des serveurs et micro-ordinateurs, les gains obtenus ont été le plus souvent mis à profit de la puissance. Dans le cas d'UbiComp la miniaturisation et la baisse du coût s'avèrera plus cruciale. L'industrie fabrique 6 milliards d'objets électroniques par an. La baisse des prix est en moyenne de 10 % par an [MEF06].

2.2.2 sources d'énergie

La profusion des systèmes mobiles doit être accompagnée par une gestion de la micro-énergie. La micro-énergie agit sur deux plans:

- diminution de la consommation des équipements actifs et passifs,
- performance des systèmes de stockage/production d'énergie.

La recherche en matière de production d'énergie est en pleine effervescence, la recrudescence des périphériques mobiles a poussé l'industrie à améliorer les équipements de stockage et production d'énergie. En effet les faibles capacités des batteries actuelles limitent sérieusement la mobilité. Voici trois exemples de ce que les laboratoires savent ou vont bientôt savoir faire en matière de production d'énergie.

Les **batteries à film** ont une grande densité d'énergie, une longue durée de vie, un profil de déchargement lisse, une zone de température importante et un temps de chargement court. Cymbet [CYM], une société américaine, produit des *Thin Film Lithium Ion Cells* qui sont déjà intégrées dans de nombreux équipements de l'industrie militaire, médicale ou encore spatiale. Ces

batteries ont une densité de 900 watts/heure par litre, une différence de potentiel de 3,6 volt par cellule, un chargement estimé à 70 000 cycles et une épaisseur comprise entre 5 et 25µm. Cymbet propose des films allant de 0,1 µm² à 10 cm².

Les **piles à combustible** produisent de l'électricité sous forme de courant continu par un processus électrochimique. Le principe de fonctionnement est tout à fait similaire à celui d'une pile conventionnelle, à savoir un oxydant et un réducteur séparés par un électrolyte. Toutefois, alors que dans une pile conventionnelle, l'oxydant et le réducteur sont progressivement consommés, une pile à combustible est alimentée continuellement en ces deux composés, qui sont généralement introduits sous forme gazeuse (parfois liquide). Tant que cette alimentation est maintenue, la pile fonctionnera de manière stable. La société UltraCell [XX25] a conçu une pile de ce type à base de méthanol qui, pour un poids de 1,24 kg, fournit 180 watts/heure. Cette batterie est pour l'instant destinée à l'armée américaine. Son format n'entre pas dans le champ de la miniaturisation des composants mais n'en démontre pas moins la faisabilité du procédé. Cependant le caractère explosif du combustible utilisé par ce type de batterie se heurte à un épineux problème de sécurité en particulier face aux compagnies aériennes qui en interdisent le transport.

Les **microturbines** permettent la génération d'électricité grâce à la rotation d'une turbine mise en mouvement par la combustion d'un gaz. L'ORENA travaille actuellement sur une chambre de combustion de 20 mm de diamètre et 2,7 mm d'épaisseur qui, alimentée par un mélange hydrogène-air, produit une puissance jusqu'à 1200 W. La miniaturisation d'une telle chambre pose de nombreux problèmes en particulier quant à la circulation des flux d'air, la dissipation thermique et la constitution des paliers de la turbine. Les génératrices de ce type sont pour l'instant exclusivement du domaine de la recherche.

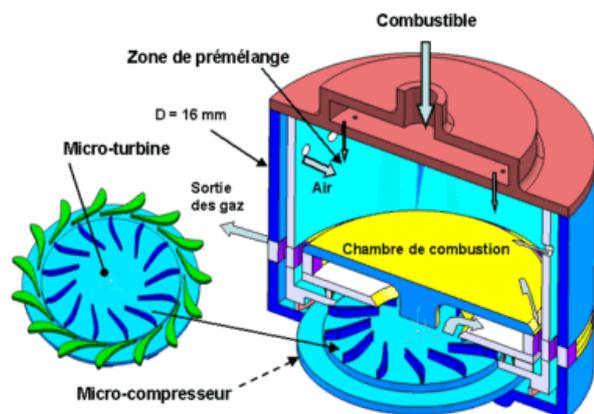


Illustration 6: micro-turbine [ORENA06]

De nombreuses autres pistes sont en cours d'exploitation dans les laboratoires en utilisant l'énergie extraite de l'environnement (cellules solaires, vibrations...) ou encore l'énergie issue de matériaux radioactifs [MAE].

2.2.3 Applications directes

Les facteurs clés de la diffusion des puces dans l'environnement sont réunis; des composants miniaturisés, des sources énergétiques plus efficaces. Voici quelques exemples de ce qu'il est possible de faire.

Le projet « **smart dust** » de l'université de Berkley [SDUST] a pour objectif la réalisation d'une plateforme de l'ordre du millimètre contenant un capteur, un système de communication et une ressource énergétique. Smart Dust doit ainsi permettre la mise en place de réseaux de capteur par diffusion massive. Le dernier né se nomme Golem Dust; c'est un capteur (accélération et lumière ambiante) doté d'un système de communication bi-directionnel. Il occupe un volume de 11,7mm³.



Illustration 7: smart dust

HP a mis au point une puce basée sur un circuit CMOS qui embarque une antenne intégrée. La puce n'est pas alimentée mais réagit par induction à un champ magnétique. Les "**memory spots**" atteignent des débits de transfert de 10 Mb/s. Malgré leur miniaturisation (2 mm), ces puces sont également capables de stocker jusqu'à 500 ko.



Illustration 8: memory spot

La **RFID** (Radio Frequency Identification) est l'une des applications les plus répandues dans le domaine de la miniaturisation. La RFID permet de stocker et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes ». Les radio-étiquettes sont de petits objets, tels que des étiquettes autoadhésives, qui peuvent être collées ou incorporées dans des produits. La RFID vient principalement en remplacement du code barre qui ne permet pas de stocker suffisamment d'information.

Il existe deux grandes familles d'étiquettes RFID :

- Les étiquettes actives, reliées à une source d'énergie embarquée (pile, batterie, etc.). Elles possèdent une meilleure portée mais à un coût plus élevé et avec une durée de vie restreinte. Elles sont alimentées par une pile interne extra plate (de type film), et permettent autant la lecture que l'écriture de données, avec une mémoire allant jusqu'à 10 Kbits. Ces étiquettes actives ne dépassent pas 10 ans d'âge. Elles sont fournies vierges et peuvent être écrites plusieurs fois, effacées, modifiées et lues. Le nombre de répétition de ces opérations peut dépasser les 500 000 ou 1 million[CAMI].
- Les étiquettes passives, utilisant l'énergie propagée à courte distance par le signal radio de l'émetteur. Ces étiquettes à moindre coût sont généralement plus petites et possèdent une durée de vie quasi-illimitée. En contrepartie, elles nécessitent une quantité d'énergie non négligeable de la part du lecteur pour pouvoir fonctionner. Les plus utilisées actuellement sont les EPC (Electronique Product Code) aux caractéristiques suivantes : fréquence de 13.56 Mhz, fonctionnement en lecture seule, codage sur 96 bits[CAMI] (un en-tête 8 bits, un identifiant de l'utilisateur qui code l'étiquette sur 28 bits, la classe d'objet identifié sur 24 bits, un N° de série sur 36 bits.)

Les puces RFID sont constituées d'une puce de la taille d'une tête d'épingle, d'une antenne, d'un support et d'une étiquette autocollante. Aujourd'hui on constate que les coûts se répartissent plus ou moins de la façon suivante [MINRFID] :

- 25% pour la puce de silicium,
- 35% pour l'inlay qui comprend la puce, l'antenne et leur connexion,
- 40% pour le support et le packaging (plastique, carton, papier, ...) de l'étiquette.

Le prix objectif visé par le standard EPC Classe 1, est de 0,05 €. Aujourd'hui, cet objectif est très ambitieux. Le seuil actuel se situe légèrement au dessus des 0,10€ pour des quantités massives [MINRFID].

L'alimentation des RFID passives se fait par couplage inductif. Les interrogateurs se présentent sous la forme de boîtiers électroniques externes reliés d'une part à l'antenne et d'autre part au système d'information par voie filaire ou radio. Certains interrogateurs sont portables et autonomes et se présentent sous la forme d'un douchette, d'autres sont fixes et intégrés dans des portiques.

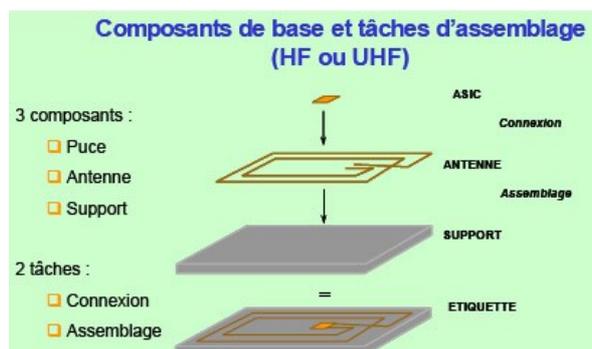


Illustration 9: assemblage RFID

Les technologies RFID sont tout à fait adaptées aux traitements automatiques, puisqu'elles ne requièrent potentiellement aucun contact ni champ de vision particulier, et peuvent fonctionner dans de multiples environnements, tout en apportant un haut niveau d'intégrité des données. Actuellement deux familles d'applications se dégagent :

- les cartes à puce sans contact, qui peuvent être utilisées dans les transports (télé-billetique), pour le paiement, les documents d'identité ou de voyage, l'accès à des bâtiments ou à des services de santé,
- les étiquettes électroniques (tags), utilisées pour identifier des objets et véhiculer des informations les concernant (éventuellement à l'aide de capteurs intégrés).

Le marché mondial de la RFID est estimé entre 2 et 4 Md\$ [MEF06] à l'horizon 2008, données basées sur la généralisation d'applications telles que :

- l'identification des personnes et contrôle d'accès,
- le porte-monnaie électronique,
- la gestion fine des produits dans la chaîne logistique des supermarchés,
- le débit de compte lors d'un passage au péage,
- la surveillance de zones naturelles inaccessibles,
- la traçabilité de produits alimentaires ou vivants.

Les prochaines évolutions concerneront la publication des normes ISO de conformité et de performance des tags RFID [MINRFID]. Ces normes vont consacrer l'interopérabilité des systèmes RFID à l'échelon mondial.

Des travaux sont en cours pour normaliser les tags avec capteurs ainsi que les systèmes de localisation en temps réel (RTLS – Real Time Location Systems). La traçabilité sortira des limites des étapes de la chaîne logistique pour être assurée tout au long du trajet d'un objet à l'échelon mondial. Le standard EPC et les normes ISO ont convergé pour ce qui concerne le protocole de communication. On peut désormais considérer que le standard EPC est figé et évoluera peu.

Repositionnée dans le contexte Ubicomp, la RFID apporte une réponse possible aux problèmes d'identification et de localisation des objets et des personnes. Cependant, le coût est pour l'instant trop important pour implanter les tags dans des objets de faible valeur (les ampoules par exemple).

2.3 interfaces naturelles

L'enfouissement des systèmes implique la mise en place de nouvelles interfaces. Le concept WIMP (*Windows, icon, menu, pointing device*)¹ ne répond plus aux besoins d'efficacité et de facilité d'utilisation. En effet il doit être possible d'interagir avec les différents systèmes de la manière la plus naturelle qui soit. Brancher un clavier, un écran et une souris sur sa machine à laver n'aurait aucun sens. L'industrie a réalisé de nombreux progrès au cours des dernières années. Avec la profusion des lecteur mp3, PDA, GPS et téléphones mobiles, les stylets, molettes, systèmes de reconnaissance vocale, saisie assistée par prédiction ont permis d'en faciliter l'usage. Cependant ces périphériques sont encore bien présents, alors comment interagir avec eux lorsqu'ils sont enfouis ? Jusqu'à présent, l'informatique a virtualisé notre environnement dans nos PC. Ainsi notre bureau, dans lequel nous bougeons, parlons, écoutons, regardons manipulons des objets s'est vu réduit sur un écran de 17 pouces. En définitive l'intégration de l'informatique dans les objets fait de ceux-ci des candidats prédestinés à l'interface homme-machine qui, avec la « disparition » de l'ordinateur, sera certainement considérée comme une interface homme-service. L'environnement est l'interface.

Ceci implique donc la reconnaissance de la parole, de la gestuelle, de l'humeur mais aussi de nouveaux moyens de transmettre l'information via des écrans, des objets.

La reconnaissance vocale semble être le plus simple vecteur de communication pour un utilisateur, elle permet de transmettre l'information 10 fois plus vite qu'avec une saisie clavier. Le constructeur Sanyo doit introduire sur le marché une cuisinière électrique pilotable à la voix. L'appareil, qui peut aussi télécharger des sonneries personnalisées à partir du net, sait lire des recettes de cuisine à haute voix, et comprendre en retour les consignes de cuisson dictées par l'utilisateur. Mais la reconnaissance vocale au sein d'un groupe est plus compliquée. La nécessité d'un silence absolu pour communiquer avec un appareil nuit gravement à la souplesse d'utilisation. Afin de maîtriser ce problème, le centre de recherche de Philips a mis au point un système à base de micros directifs et de reconnaissance d'image, pour isoler la personne qui parle au sein d'un groupe[PHILR].

Les objets doivent devenir communicants. Nous allons attendre d'eux qu'ils nous rendent des services. Par exemple, nous ne jetterons plus notre baladeur mp3 dans le bol de l'entrée de la même façon. Le laboratoire consacré aux systèmes socio-numériques de Microsoft Research, à Cambridge, a développé un prototype qui permet de sélectionner, et faire défiler les contenus des appareils numériques déposés dans le bol, de sorte de pouvoir naviguer, et jouer, avec toutes leurs données, sans clavier ni souris mais juste avec les doigts.

Le tangible media lab du MIT propose de nombreux projets dont un pinceau, l'IO Brush, avec lequel les enfants peuvent prendre la couleur des objets qui les entourent et peindre à volonté [MITIOB].

Les écrans organiques amènent de nouvelles possibilités. Un consortium international mené par l'université de Bath en Grande-Bretagne vient de lancer un imposant programme de travail pour réfléchir aux utilisations possibles des écrans organiques (type Oled). C'est avant tout un projet de R&D destiné à rendre les technologies Oled suffisamment fiables et robustes pour s'attaquer aux marchés de masses. Reste à définir lesquels et comment. Pour cela, les instigateurs du consortium imaginent des produits intégrant ces technologies afin de pouvoir les adapter aux usages qui pourraient être les leurs. Le projet, baptisé Modecom, financé par l'Union européenne, se propose de réfléchir à quelques objectifs très ambitieux ; par exemple permettre aux vêtements de changer de couleur ou de diffuser un message quand on appuie sur un bouton , réfléchir à une fenêtre qui deviendrait lampe à la tombée de la nuit ou encore des objets ou des produits qui afficheraient des messages d'alertes ou publicitaires [MODEC] ...

1 Fenêtre, icônes, menu, périphérique de pointage



Illustration 10: affichage Oled

L'état de l'art de la synthèse vocale permet de l'intégrer dans notre environnement, mais qui a envie d'entendre le matin « christophe vous avez 3 minutes de retard sur votre horaire habituel ». L'information doit être accessible et **non-intrusive**. Ainsi le centre de recherche Microsoft à cambridge a mis au point la *whereabout clock*. L'horloge ne donne pas l'heure, mais la position des membres de la famille. Elle fonctionne en utilisant les informations des téléphones cellulaires. Lorsqu'un membre atteint une zone enregistrée, le téléphone envoie un SMS au périphérique qui rafraîchit l'horloge. Les zones sont enregistrées une fois et l'utilisateur n'a rien à faire hormis laisser son téléphone en marche. Si un des membres se trouve dans une zone non définie il peut envoyer un SMS au système avec par « lèche-vitrine ». L'horloge affiche alors lèche-vitrine sous l'icône de l'intéressé. Si un des membres ne souhaite pas que l'on sache où il se trouve, il peut arrêter les services sur son téléphone.



Illustration 11:
WhereAbout Clock

Ne mets pas tes doigts sur la télé! Voici une expression qui va bientôt appartenir au passé. En effet Microsoft vient de dévoiler une version finale de son prototype d'écran tactile de grande dimension, baptisé Surface. Cet ordinateur se présente sous la forme d'un écran de 30 pouces, placé sous une table en plastique dur autour de laquelle plusieurs personnes peuvent s'installer, et que l'on peut utiliser simultanément. L'interface est simplifiée au maximum, les applications étant commandables du bout du doigt : feuilletage d'albums photo, déplacement sur une carte routière, zoom sur une partie d'une image, dessin, etc. L'ordinateur interagit également avec les objets posés sur sa surface. Ainsi, il suffira d'y poser son appareil photo numérique, équipé d'une puce Wi-Fi, pour en récupérer les photos.

Jeff Han, chercheur au sein du Courant Institute of Mathematical Sciences de l'Université de New York et concepteur d'une interface multitouches vient de présenter un écran de la taille d'un grand tableau scolaire. Cet écran est en fait une interface en lui-même. Tout se fait intuitivement avec les dix doigts de la main. Jeff Han explique en fait qu'il n'y a pas d'interface, mais seulement une manière logique de contrôle avec ses mains. Selon lui ce n'est pas la technologie qui fait la différence entre les produits, mais c'est "l'interface utilisateur qui devient le facteur différenciant" [JEFHAN].

2.4 services « centré-utilisateur »

Les architectures de service de télécommunication et d'information ont été conçues et implémentées via une approche « bottom up », du réseau à l'application destinée à l'utilisateur. Ainsi a-t-on conçu les réseaux à commutation pour la téléphonie, les réseaux de diffusion par câble pour la télévision et les réseaux radio pour la téléphonie mobile. Le résultat de cette approche est une continuelle recherche de *Killer Application* destinée à valoriser ces infrastructures onéreuses. Enfin l'intégration de nouveaux services y est bien souvent extrêmement coûteuse. Quoiqu'il en soit la maturité des technologies permet désormais d'envisager une approche « top down », de l'application finale ou plutôt de l'utilisateur vers la technologie.

2.4.1 Le contexte

Un contexte définit les relations entre un individu et un ensemble déterminé de ressources et personnes à un certain moment et dans un environnement spécifique. Par exemple « le chauffeur répond au téléphone dans un véhicule à l'arrêt » est un contexte différent de « le chauffeur répond au téléphone dans un véhicule en marche ».

Le contexte est fortement lié à l'utilisateur et à ses attentes, le contexte « écouter de la musique » n'est pas le même pour tous (volume, ambiance). L'ensemble des paramètres liés à l'individu doit être mémorisé. L'information et les services doivent être adaptés à chaque utilisateur afin de faciliter l'utilisation des services proposés et d'enrichir les possibilités offertes par UbiComp.

Le service *Personalization* intègre et associe des aspects tels que les préférences, rôles et tâches de l'utilisateur. Il permet de proposer aux utilisateurs des offres personnalisées qui correspondent à leurs besoins en fonction du moment et du lieu où il se trouvent. Cela signifie que les objets accessibles dans l'espace de communication individuel doivent s'adapter aux préférences de l'utilisateur. En plus du profil de l'utilisateur, le service enregistre des informations comportementales, ainsi *Personalization* permet la mise en place de services proactifs. En définitive, le service « *Personalization* » modélise chaque individu en gérant et en diffusant ses préférences.

Pour activer un contexte le système doit donc avoir une « vue » de l'environnement.

Le service *Ambient Awareness* (conscience de l'environnement) fournit des informations sur l'environnement de l'utilisateur. Il collecte les informations provenant du réseau, d'applications, de l'individu, de capteurs, et des contextes. L'ensemble des informations collectées va permettre de déterminer qui est l'utilisateur, où il se trouve, ce qu'il fait et quel est son environnement. L'information ambiante inclut des notions de temps et des caractéristiques de l'espace tels que les commandes de l'utilisateur, la température, le niveau de bruit, et la présence d'autres personnes. Elle peut aussi prendre en compte des données géographiques (localisation) ou sanitaires (rythme cardiaque).

Le service *Adaptability* (Adaptabilité) fournit les fonctionnalités nécessaires à l'adaptation des services I-centric aux préférences personnelles et conditions environnementales. En conséquence, *adaptability* peut être vu comme une fonction qui active un contexte d'après les informations transmises par *Personalization* et *Awareness*. Globalement les couches *Adaptability* traduisent les souhaits des utilisateurs en un ensemble de règles assez précises pour être automatisées avec suffisamment de fiabilité. Par exemple l'adaptation joue un rôle primordiale lors d'un changement de connexion, ou de média au cours d'une session. L'adaptation doit en outre fournir un service pro-actif, par exemple en anticipant une fin de batterie.

2.4.2 Coopération entre objets

Un système ubiquitaire est composé d'objets communicants. Ces objets coopérants doivent respecter un ensemble de 5 propriétés [BEL207]:

- **Autonomie:** Chacun d'entre eux agit indépendamment des autres. Ils interagissent dans un réseau pair à pair (peer-to-peer) sans être dépendant d'un serveur central. Lorsqu'ils sont connectés dans un réseau il doivent pouvoir utiliser les services fournis par les autres objets sans avoir recours à une instance centrale.
- **Communication Ad-hoc:** Les objets peuvent être déplacés, ils peuvent apparaître et disparaître dans un réseau. Ils doivent être capables de communiquer de négocier et d'utiliser des services. En outre, ils doivent fournir une description générique et sémantique de leurs services.
- **Diversité de capacités de traitement:** les objets couvrent l'intégralité du spectre des systèmes de traitement, du plus petit capteur à l'ordinateur le plus sophistiqué. Ils doivent fournir une interface standardisée afin de connaître et de comprendre leurs capacités.
- **Indépendance des technologies de communication:** chaque objet doit pouvoir tirer profit de la plate forme indépendamment de la technologie réseau utilisée.
- **Scalabilité:** le nombre d'objets d'un espace individuel de communication peut varier rapidement. Les protocoles de communication devront prendre en compte cette caractéristique.

Alors que certains objets peuvent agir de manière autonome d'autres ont besoin d'accéder aux services d'autres CO pour compléter leur propre service. Par exemple, un CO ayant pour objectif de maintenir une luminosité constante, devra trouver un CO offrant un service de mesure de luminosité ainsi que des CO permettant de contrôler les systèmes d'éclairage. Afin de répondre à ces exigences les CO offrent deux types d'interfaces:

- les interfaces opérationnelles représentent les services spécifiques qui peuvent être invoqués pour déclencher une action ou pour requérir des informations.
- les interfaces de gestion qui permettent la découverte de services, le contrôle, le monitoring et la configuration des CO.

2.4.3 Plate forme de services: Architecture I-centric

Le WWRF [WWRF] propose un modèle de référence pour les architectures de service centrées sur l'individu « I-centric » .

La couche des « **services features** » est elle même composée des trois services précédemment décrits ; « Personalisation », « Ambient awareness » et « Adaptability ».

La couche « **Generic service element** » implémente des fonctionnalités communes à toutes les couches. Une architecture de service I-Centric est soumise à un ensemble de contraintes; nombreux fournisseurs de services, connexion individuelle permanente, adaptation automatique aux services et sensibilité au contexte. Elle peut être considérée comme une boîte à outils fournissant un ensemble de composants logiciels réutilisables. Ceux-ci sont destinés à supporter les fonctionnalités communes aux différents services et applications. Cette couche expose en particulier les services suivants:

- « service discovery » qui permet la découverte de « service features » en fonction de l'environnement et des ressources physiques,

- « service reservation » qui permet l'utilisation exclusive d'objets,
- « service monitoring » qui permet de connaître l'état des services offerts par les objets,
- « event notification » qui publie et souscrit pour la diffusion d'évènement,
- « service configuration » qui permet de configurer les ressources nécessaire à l'exécution d'un service spécifique,
- « service creation » qui couvre la création et composition d'un service générique,
- « service deployment » qui permet la distribution d'un nouveau service.

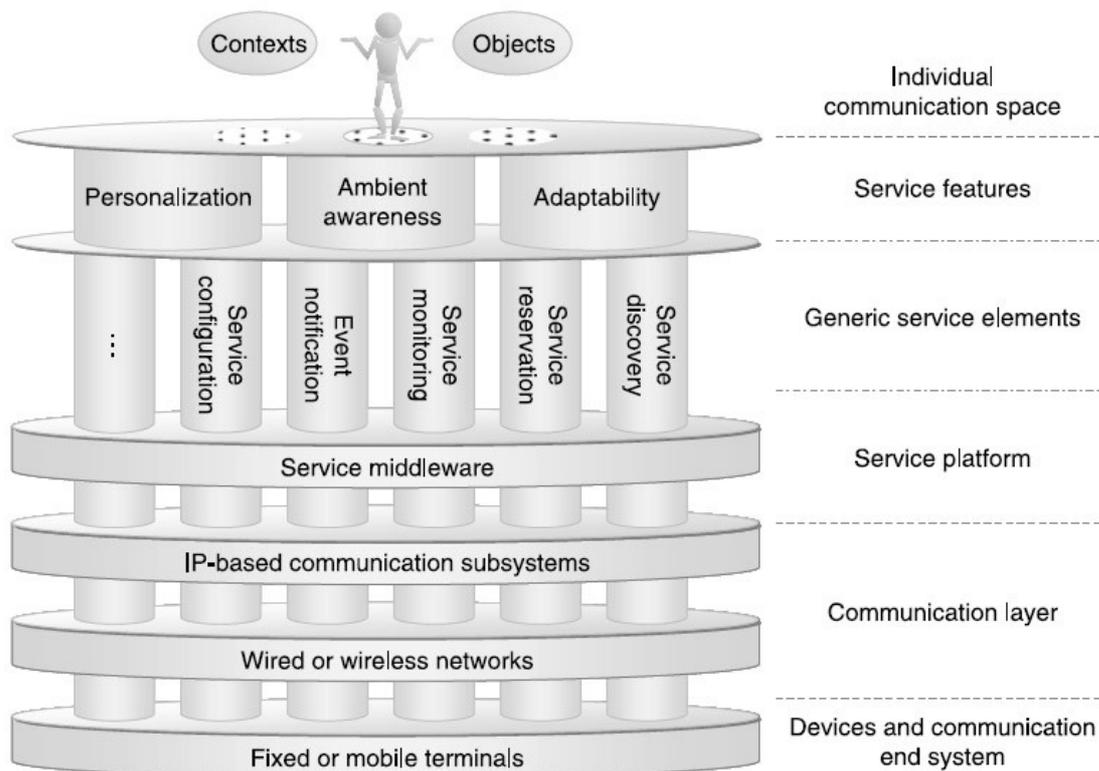


Illustration 12: Architecture I-centric [BEL207]

Le couche « **service plateforme** » est responsable de la gestion du système de communications, en fonction du contexte, des préférences et informations issues de l'environnement. Elle active ou désactive les objets impliqués dans le contexte, identifie les causalités qui les relient en se basant sur les données issues de l'environnement, contrôle les services offerts par ces objets, et assure la conversion des données et opérations afin de permettre la coopération des services. C'est en définitive une infrastructure qui supporte le développement et l'utilisation de services I-centric en fournissant un ensemble de service fonctionnels :

- un environnement d'exécution pour les services et les objets,
- une abstraction générique des objets et services,
- le déploiement de services,
- la découverte de services et d'objets,
- des interfaces d'accès aux objets et services,
- coopération entre objets et services.

Cette couche est divisée en deux sous-couches:

- « application support API » fourni les APIs aux applications, services et objets. Il offre des accès aux « generic service element » qui peuvent être utilisés par les développeurs afin de faciliter et accélérer les processus de conception, implémentation, déploiement et gestion.
- « Service MiddleWare » fourni l'environnement d'exécution pour les applications, services et objets. Il supporte la sécurité, la qualité de service et gère l'exécution.

la couche « **Communication Layer** » est divisée en deux sous-couches:

- la sous-couche « IP-based subsystem » est chargée de fournir un lien de communication entre les différents objets. Ce lien doit être maintenu malgré les changements de topologie ou d'accès réseau. Les réseaux de communication non-IP ne pourront exister qu'au travers de sous-systèmes basés sur IP. En définitive IP est le dénominateur commun nécessaire à l'harmonisation de réseaux hétérogènes.
- La sous-couche « wired or wireless network layer » implémente l'ensemble des aspects de la connexion physique entre deux objets. En particulier, elle permet à une communication IP d'utiliser plusieurs connexions.

La couche « **Devices and communication end Systems** » fourni l'infrastructure physique nécessaire à l'hébergement des autres couches.

2.4.4 SOUPA

Les CO sont des entités virtuelles qui doivent être reliés au monde physique qui les entourent. La température d'une pièce, la couleur d'une lumière, le nom d'une personne sont autant de données qui doivent être traduites dans le monde virtuel du logiciel. Les objets ont donc besoin de superposer au monde physique un monde de description. Ils ont besoin de disposer d'informations sur les objets qui les entourent ainsi que sur leur environnement, et de communiquer à d'autres l'information sur leurs caractéristiques ou leurs conditions d'utilisation. Ce domaine est celui du « Web sémantique ».

Le Web sémantique désigne un ensemble de technologies visant à rendre le contenu des ressources du World Wide Web accessible et utilisable par les programmes et agents logiciels, grâce à un système de métadonnées formelles, utilisant notamment la famille de langages développés par le W3C tels Resource Description Framework (RDF) et Web Ontology Language (OWL) destiné à la définition d'ontologies.

Le groupe de travail « semantic web in ubicomp » [SWU] propose une ontologie partagée dont le but est de faciliter le développement de systèmes ubiquitaires. SOUPA (Shared Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications) utilise le langage OWL , il intègre des composants modulaires de vocabulaires permettant de représenter des agents intelligents (croyance,désir, intentions, temps, espace, profils utilisateurs, actions, politique de sécurité et respect de la vie privée). Une partie des vocabulaires de SOUPA est issue d'ontologies consensuellement adoptées. La stratégie de développement de SOUPA veut que les termes de ces ontologies soient réutilisés et non importés. Afin de permettre une bonne interopérabilité les termes repris sont liés aux ontologies sources au travers des mécanismes de mapping offerts par OWL (owl:equivalentClass, owl:equivalentProperty).

3 Application

3.1 Santé

Le vieillissement de la population, la prise en compte des maladies chroniques, les politiques de prévention et, bien entendu, la maîtrise des coûts encourageant les acteurs de la santé à se tourner vers des modèles alternatifs. UbiComp amène une valeur ajoutée indéniable dans ce domaine.

En Corée, Le projet uHouse [UHOUSE], permet de contrôler les signaux biométriques d'un patient sans équipements intrusifs ou même attachés. Le système est enfoui, discret, connecté en permanence et d'une certaine manière proactif, en permettant des diagnostics avant même que les symptômes n'apparaissent. Le système est constitué d'un ensemble de capteurs biométriques connectés à un réseau bluetooth :

- le lit contrôle la respiration, le poids et effectue des électrocardiographie (ECG),
- le sièges des toilettes contrôle les ECG et le poids,
- la baignoire contrôle les ECG,
- le salon est équipé d'une caméra,
- un équipement permet de contrôler le taux de glucose, la pression sanguine.

Viennent s'ajouter des détecteurs de feu, CO₂, d'ouverture de porte et de mouvement.



Illustration 13: uHouse

L'ensemble des données est connecté en temps réel et retransmis à un serveur central à l'hôpital universitaire national de Séoul. Le système est principalement destiné aux personnes à mobilité réduite telles les personnes âgées.

La uHouse permet de contrôler un patient en situation d'activité réelle, en outre les membres du corps médical peuvent avoir accès à son état de santé en temps réel. Le serveur central de l'hôpital analyse les informations collectées au jour le jour et est en mesure d'émettre un signal en cas d'anomalie. Le système permet aux médecins d'anticiper plus facilement une pathologie. Enfin il permet à un patient ayant besoin d'un contrôle fréquent de continuer à mener sa vie dans son environnement.

3.2 Quotidien

Pileus [PILEUS] est un parapluie connecté à internet qui affiche à sa surface des images du web. Equipé d'un GPS, il peut se connecter à Google Earth et afficher une vue satellite 3D de l'endroit où l'on se trouve. Un appareil photo intégré au parapluie transmet directement les images au site Flickr. Le projet a été lancé par Sho Hashimoto et Takashi Matsumoto, chercheurs au Laboratoire de design d'interaction humain-ordinateur de l'université de Keio.



Illustration 14: Pileus

consommation

Depuis septembre 2006, vingt familles danoises reçoivent chaque semaine un panier ménager dont la particularité est que tous les aliments sont dotés de puces RFID. Le projet, intitulé Helpfull Food of the Future (l'alimentation utile du futur), est financé par le ministère des sciences et technologies danois, et géré par l'Innovation Lab [INLAB]. Le projet a pour objectif de créer un lien direct entre le producteur et le consommateur, offrir des services et informations que ni les intermédiaires, ni les emballages, ne peuvent fournir, et leur permettre, par le biais de l'internet ou de SMS, de "pouvoir, à tout moment, communiquer avec leur réfrigérateur".

Les producteurs peuvent ainsi obtenir une traçabilité totale de leurs produits.

Outre des recettes de cuisine et des informations plus précises sur les valeurs nutritionnelles, les particuliers peuvent également être alertés des dates de péremption de la bouteille de lait, du moment le plus opportun pour faire cuire leur steak, des risques d'allergies et rappels de produits.

Les consommateurs pourront également se servir de l'étiquette du produit pour envoyer un "feedback" aux producteurs, qui, de leur côté, pourront en profiter pour leur faire des suggestions d'achat, ou encore co-gérer leurs listes de course. Au final, c'est toute la chaîne traditionnelle de distribution des biens de consommation qui s'en trouve raccourcie, permettant à ces deux acteurs de ne plus dépendre des intermédiaires.

Dans un registre similaire la chaîne de supermarché américaine Stop & Shop propose à ses clients des compagnons de Caddies. Les appareils produits par la société Cuesol, disposent d'un écran tactile, d'une douchette (pour lire les codes barres) et d'une connexion WiFi. Via le réseau du magasin. Le compagnon de Caddie détecte automatiquement la position du consommateur dans le magasin, ce qu'il y a à vendre à sa proximité et en fonction de ses habitudes d'achat, lui propose par exemple des articles en promotion.



Illustration 15: Cart Compagnon

3.3 Jeux

La eye toy de la playstation et désormais les manettes de la WII permettent au joueur de contrôler le jeu avec plus de précision et surtout plus d'immersion. Le but étant « d'entrer » le plus possible dans le jeu. Mogi [MOGI] propose de vivre dans le jeu.

Mogi est un jeu dont le terrain est la ville réelle. Mogi à fait son apparition au Japon (Tokyo) en avril 2003 au travers d'un accord avec KDDI qui distribue des téléphones portables dotés d'une puce de géolocalisation. Le joueur équipé de son téléphone doit ramasser des objets virtuels disséminés un peu partout en ville. Il a à sa disposition une vue radar qui lui signale la présence de ces objets ainsi que celle d'autres joueurs ou amis, dans un rayon de 2 km. Il peut parler avec eux , échanger des objets. L'objectif est de devenir le meilleur chasseur d'objets. Le jeu est aussi accessible sur PC, afin de visualiser la présence des joueurs et objets sur le terrain. Un joueur connecté à son PC peut alors aider un autre joueur à se déplacer dans le monde réel. Mogi est un jeu non violent qui, en plus du côté ludique, met les gens en relation.

Mathieu Cateli, le PDG de Newt Games, voit quatre facteurs sociaux émergent [MOB07]:

- Les joueurs génèrent du contenu plus facilement parce que quelques icônes suffisent pour créer une quête.
- La construction de communautés est au coeur du jeu, parce que les joueurs vont se rencontrer entre voisins, dans leur lieu de vie.
- Le temps de jeu est considérablement diminué car l'utilisateur joue à tout moment, de façon superposée à sa vie courante.
- Ces jeux multijoueurs sont enfin socialement acceptables. Car il ne s'agit plus de rester des heures devant son PC, il s'agit de jouer dehors, de rencontrer des gens et de redécouvrir sa ville.



Illustration 16: mogi

3.4 U Japan

De 2001 à 2005, le MIC (Ministry of Internal Affairs and Communications) a assuré le développement des infrastructures du haut-débit à travers tout le Japon. Le plan e-Japan mis en place, a permis d'établir le cadre légal, les stratégies au niveau national et de sélectionner sept domaines phares de ce développement : la médecine, l'alimentation, la vie quotidienne, la finance des PME, la connaissance, l'emploi et les services administratifs.

A partir de 2005, le plan u-Japan (u pour ubiquitous) a succédé à e-Japan. Grâce à ce plan le MIC entend de faire du Japon le leader mondial des domaines de l'information de la communication.

U-Japan a des objectifs ambitieux; accès au haut débit à 100% de la population, répondre aux problèmes de la société japonaise (vieillesse de la population par ex.), faciliter l'utilisation des TIC, adopter d'une stratégie passant par le développement technologique et son internationalisation. Ainsi, le MIC souhaite transformer les industries et entreprises pour que la valeur du marché engendré par la société ubiquitaire qui était estimé à 184 milliards d'euros en 2005 soit équivalent à 515 milliards d'euros en 2010 [UJAPAN]. En 2004 10 millions de foyer étaient connectés à l'ADSL et 1 million à la fibre optique. NTT DoCoMo est le premier opérateur mondial à avoir lancé un service 3G.

Le téléphone mobile n'est plus simplement un outil de communication. Les possesseurs de mobiles disposant d'une puce GPS peuvent utiliser un navigateur piéton, un service proposé par l'opérateur KDI. « Eznavi Walk » fourni une carte 3d du lieu où se situe l'utilisateur ainsi que des informations sonores quant aux changements de direction lors d'un itinéraire. Dans un pays où les rues ne portent pas de nom le service n'est pas un simple gadget.

Les codes barres QR sont des codes barre à deux dimensions qui peuvent contenir jusqu'à 7366 caractères alpha-numériques. Ils peuvent servir de carte de visite, coupon de réduction ou ticket d'entrée. Le mobile peut être utilisé soit pour présenter un coupon téléchargé par exemple soit, via l'appareil photo, comme lecteur de code barre QR. A partir d'un code QR il est possible d'accéder directement à une page web et donc d'établir un lien entre contenu numérique et support papier.

Le mobile sert aussi de télécommande universelle et dans certaines banques de moyens de paiement.

Dans la zone commerçante de Ginza, à Tokyo, quelques 10 000 étiquettes Rfid ont été disséminées dans le cadre du projet Tokyo Ubiquitous network. Ces balises serviront à fournir des éléments d'information géographique, des orientations, des indications sur les différents magasins du secteur. En approchant son terminal d'un lampadaire, on pourra obtenir sa position et l'itinéraire pour rejoindre le métro le plus proche. En passant devant un restaurant, les balises communiqueront le menu du jour... Selon le promoteur du projet, Ken Sakamura, de l'université de Tokyo, les informations devraient être disponibles dans plusieurs langues.



Illustration 17: code QR

Conclusion

Ubik mettra donc la technologie au service de l'utilisateur. Attentif à ses besoins, le système réellement « centré-utilisateur » va lui permettre d'améliorer ses capacités d'action, de communication, de réflexion tout en l'affranchissant de la complexité liée à l'informatique de l'ère PC. Le système sera enfoui, aura pour ainsi dire disparu, les interfaces seront naturelles, l'information adaptée à l'utilisateur en fonction du moment, du lieux et de ses désirs.

L'Ubiquitous Computing se situe à la convergence d'un ensemble de technologies qui, si elles ne sont pas encore mûres, sont sur le chemin qui mène à Ubik.

Les réseaux, et en particulier les réseaux mobiles, vont continuer à s'étendre, que ce soit au travers de l'UMTS ou des solutions de l'IEEE. Les nouvelles infrastructures provoqueront certainement une chute des revenus de communications que les opérateurs devront compenser. Mais elles permettront également d'offrir plus de services, d'inciter à la consommation, de désengorger les réseaux cellulaires dans les zones à forte densité de trafic, et de faciliter la convergence fixe-mobile.

Les puces vont se propager, c'est déjà le cas avec le RFID. Les technologies dites de ruptures ont dépassé le cap de la théorie dans les laboratoires. Avec l'avènement des équipements mobiles, la gestion et la production d'énergie constituent un enjeux stratégique pour l'industrie.

L'effervescence de l'industrie du logiciel autour de l'Ubiquitous Computing sous toutes ses formes a donné naissance à des solutions viables. Les interfaces multimodales existent et les premiers produits en réelle rupture sont sur le marché (Surface Microsoft).

U-Japan dont l'un des objectifs est d'accroître le rayonnement de son industrie sera probablement un élément moteur de l'Ubiquitous Computing. Il y a de grande chances que le premier fred à vivre dans un société ubiquitaire s'appelle en réalité フレデ ピエ

Cependant le chemin vers Ubik est semé d'embûches. Il est peu probable qu'il y est un « tout ubiquitaire » homogène, communicant et omniprésent.

Les intérêts des industriels ne sont pas forcément compatibles avec une forte homogénéisation. Les équipements sont chers, le renouvellement implique des investissements colossaux et les parts de marchés sont jalousement gardées.

Les états eux-mêmes effectuent parfois des choix technologiques en fonction de leur politique extérieure.

L'Ubiquitous Computing se fera plus vraisemblablement à partir de bulles qu'il faudra connecter, interfacer.

Enfin l'Ubiquitous Computing devra inspirer confiance, sous peine d'être rejeté. Les systèmes devront être fortement sécurisés, sûrs et devront assurer une confidentialité sans faille. Et par dessus tout les utilisateurs devront garder le contrôle.

Adam Greenfield, dans son ouvrage « The drawing age of computing »[GRE06], identifie trois catégories :

- inadvertance: « je ne pensais pas que la fonction localisation était activée »
- ignorance: « je ne savais pas que ces toilettes analysaient mon urine et communiquaient les résultats au commissariat du coin... »
- obligation : « je ne souhaite pas porter de puce RFID mais mon travail m'y oblige »

Les volontés politiques joueront un rôle déterminant dans le respect de la vie privée. Le défi est à la hauteur de l'innovation dans un domaine où la technique progresse à une vitesse bien plus élevée que les réglementations.

Weiser's Principles of Inventing Socially Dangerous Technology:

- 1. Build it as safe as you can, and build into it all the safeguards to personal values that you can imagine.*
- 2. Tell the world at large that you are doing something dangerous.*

Mark Weiser

Bibliographie

Articles

- [WEI88] Mark Weiser, ubiquitous computing,
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>
- [WEI96] Mark Weiser, The coming age of calm technology, oct 1996
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/acmfuture2endnote.htm>
- [MEF06] TECHNOLOGIES CLÉS 2010,
Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie,
DGE Direction Générale des Entreprises
http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/html/tech_14.html
- [WEI91] Mark Weiser
The Computer for the 21st Century
American Scientific, 1991
<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>
- [Want 92] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcão et Jonathan Gibbons
The Active Badge Location System
Olivetti Research Ltd. (ORL), Cambridge, England, janvier 1992
http://web.media.mit.edu/~dmerrill/badge/Want92_ActiveBadge.pdf
- [Moo65] Gordon E. Moore,
Cramming more components onto integrated circuits
Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965
<http://www.intel.com/technology/mooreslaw/>
- [ONERA06] Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales;
Micro-turbines, maxi-difficultés,
Zoom in lab n°29, octobre 2006
<http://www.onera.fr/coupdezoom/29-microturbine-drone.php>
- [ICEN03] WWRF
I-centric Communications – Basic Terminology
White Paper, decmbre 2003,
http://www.wireless-world-research.org/fileadmin/sites/default/files/about_the_forum/WG/WG2/White%20Papers/WWRF-WG2-WP1-Terminology.pdf
- [DEN06] François Denieul,
"Pourquoi les entreprises doivent-elles s'intéresser à l'Intelligence Ambiante ?",
avril 2006
<http://www.e-mergences.net/news0001043b.html>
- [SOUPA] Collectif,
SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications
http://ebiquity.umbc.edu/_file_directory_/papers/105.pdf
- [MAE] Ministère des affaires étrangères/Mission pour la science et la technologie,
lettre des matériaux

2.1 de micro nano-batteries

<http://www.france-science.org/home/page.asp?target=nfo-let&PUBLID=1&LIVRID=7444&LNG=fr>

- [CAMI] Sarah CAVEL et Claire MILLET,
Les étiquettes RFID,
<http://cerig.efpg.inpg.fr/memoire/2004/rfid.htm>
- [MINRFID] Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie/ Direction Générale des
Entreprises/ Service des Technologies et de la Société de l'Information,
Etude sur les étiquettes électroniques et la traçabilité des objets,
Panorama Stratégique, mars 2007
http://www.telecom.gouv.fr/fonds_documentaire/rapports/07/panorama_strategique.pdf
- [SAM06] EETimes,
Samsung: future is WiMax, décembre 2006
<http://www.eetimes.com/showArticle.jhtml;jsessionid=SJFFBHPFSYSUIQSNDLRCKHSCJUNN2JVN?articleID=196604424>
- [PCI07] PCINPACT
FREE, du WiMax à défaut d'UMTS, mars 2007
<http://www.pcinpact.com/actu/news/35248-Free-fibre-optique-Wimax-80216e.htm>
- [JAH06] Audrey JAHSI, SupInfo
Présentation MBWA, mai 2006
<http://www.supinfo-projects.com/fr/2006/mbwa%5Ffr/1/>
- [DELAY] JP Delaye
La radio logicielle
IETR/supelec
http://www.rennes.supelec.fr/ren/rd/scee/ftp/seminaire/seminaire_delahaye_11mar2004.pdf
- [ICUSDR] La radio logicielle,
Internet Actu
<http://www.internetactu.net/?p=4742>
- [MITIOB] IO Brush,
Kimiko Ryokai, Stefan Marti & Hiroshi Ishii
http://tangible.media.mit.edu/content/papers/pdf/IOBrush_CHI04.pdf
- [ISTAG] Scenarios for ambient intelligence in 2010
ISTAG, European Commission, 2001
- [UHOUSE] Seo, Jin Woo & Park, KwangSuk,
The Development of a Ubiquitous Health House in South Korea,
UbiComp2004,
<http://ubicomp.org/ubicomp2004/adjunct/posters/seo.pdf>
- [PILEUS] SHO Hashitimoto & Takashi Matsumoto
Pileus, the internet umbrella,
Keio Univ. Media Design
<http://www.pileus.net/>
- [INLAB] Innovation Lab,
when products communicate.

<http://www.innovationlab.dk/sw22694.asp>

[UJAPAN] Ambassade de France à Tokyo, Service pour la Science et la Technologie,
La Société Ubiquitaire au Japon,
http://www.ambafrance-jp.org/article.php3?id_article=390

[WEI95] Mark Weiser
The Technologist's Responsibilities and Social Change, avril 1995
<http://www.ibiblio.org/cmc/mag/1995/apr/last.html>

Internet

[WEIHP] Mark Weiser,
Page personnelle,
<http://www.ubiq.com/weiser/>

[MITOxy] MIT, projet Oxygen
<http://www.oxygen.lcs.mit.edu/>

[MITtTT] MIT, Things That Think
<http://ttd.media.mit.edu/>

[CYM] Société Cymbet
<http://www.cymbet.com/>

[TPE] les piles à combustible
<http://pac-tpe.sup.fr/>

[XX25] Société UltraCell,
Pile XX25
<http://www.ultracellpower.com/assets/pdf/MilitarySheet.pdf>

[WWRF] Wireless World Research Forum,
<http://www.wireless-world-research.org/>

[FING] Fondation Internet Nouvelle Génération
<http://www.fing.org>

[SWU] Smeantic web in ubicomp
<http://pervasive.semanticweb.org/index.html>

[RDFWIK] Resource Description Framework,
wikipedia,
<http://fr.wikipedia.org/wiki/RDF>

[OWLWIK] Web Ontology Language,
Wikipedia,
http://fr.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language

[SDUST] Smart Dust,
<http://www-bsac.eecs.berkeley.edu/archive/users/warneke-brett/SmartDust/index.html>

[WIMED] WiMedia
<http://www.wimedia.org/en/index.asp>

- [IEE802] IEEE 802
<http://www.ieee802.org/>
- [OZONE] Ozone Paris
<http://www.ozoneparis.net/>
- [PHILR] Philips Research - Technologies
http://www.research.philips.com/technologies/syst_softw/ami/breakthroughs.html
- [MOGI] mogi
<http://www.mogimogi.com/mogi.php?language=en>

Ouvrages

- [PUJ04] Guy Pujolles,
L'internet ambiant,
Hermes Science Publications, octobre 2004.
- [GRE06] Adam Greenfield,
Everyware: The drawing age of ubiquitous computing,
New Riders, mars 2006, isbn 0-321-38401-6
- [BEL207] Paolo Bellavista – Antonio Corradi,
The handbook of midle middleware, chapitre 2
Auerbach publications, 2007, isbn 0-8493-3833-6
- [BOV01] Wireless World Research Forum,
Book of vision 2001. en ligne
<http://www.wireless-world-research.org/fileadmin/sites/default/files/publications/BoV/BoV2001v1.1B.pdf>
- [RVW05] Robinson, Vogt & Wagealla,
Privacy, security and trust within the context of pervasive computing,
Springer, 2005, isbn 0-387-23461-6
- [MOB07] Abdelkrim Benamar
Vers une utilisation conjointe des technologies de communication sans fil
"Mobilités.net" - Villes, transports, technologies face aux nouvelles mobilités
FING, 2007, en ligne,
http://www.fing.org/jsp/fiche_actualite.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=1121441884950&LANGUE=0&RH=MOBILITES
- [M2M06] Collectif, FING, Orange R&D, Syntec Informatique
Livre blanc Machine To Machine enjeux et perspectives,
juin 2006,
http://www.fing.org/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID_FICHE=7186&OBJET=0008&ID_FICHER=3827
- [MODEC] Quand les objets s'allument pour nous parler,
Internet Actu, avril 2007
<http://www.internetactu.net/?p=7002>
- [JEFHAN] Demain les interfaces partagée,
Internet Actu
<http://www.internetactu.net/?p=6853>

Glossaire

API : Application Programming Interface, interface de programmation permet de définir la manière dont un composant informatique peut communiquer avec un autre.

Backbone : Littéralement épine dorsale. Dans le contexte des réseaux de télécommunications désigne la partie qui supporte le gros du trafic, en utilisant les technologies les plus rapides et une grande bande passante sur des distances importantes

Biométrie : Techniques d'identification des individus basées sur leurs caractéristiques physiques ou biologiques. Un système de contrôle biométrique est un système automatique de mesure basé sur la reconnaissance de caractéristiques propres à l'individu

GPRS : General Packet Radio Service, norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé

IDATE : Centres d'études et de conseil en Europe, spécialisé dans les industries et marchés des télécommunications, de l'Internet et des médias audiovisuels.

IEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

IETF : Internet Engineering Task Force, groupe informel, international, ouvert à tout individu, qui participe à l'élaboration de standards pour l'internet

IP : Protocole utilisé pour le routage des paquets sur les réseaux. Son rôle est de sélectionner le meilleur chemin à travers les réseaux pour l'acheminement des paquets

Ipsec : Ensemble de protocoles utilisant des algorithmes permettant le transport de données sécurisées sur un réseau IP

LAN : Local Area Network

MAN : Metropolitan Area Network

PAN : Personal Area Network

Réseau ad hoc : Réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement.

RFID : Radio frequency identification

UMTS : Universal Mobile Telecommunications System, technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G)

UPnP : Le but de l'UPnP est de permettre à des périphériques de se connecter aisément et de simplifier l'implémentation de réseaux à la maison (partages de fichiers, communications, divertissements) ou dans les entreprises

WAN : Wide Area Network

WIFI : Technologie de réseau informatique sans fil mise en place pour fonctionner en réseau interne et, depuis, devenue un moyen d'accès à haut débit à internet. Il est basé sur la norme IEEE 802.11

WUSB : Wireless Universal Serial Bus

WWRF : World Wireless Research Forum